

И. В. Снегирёв*

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина,
г. Екатеринбург

*igor_snegirev@mail.ru

Научный руководитель – проф., д-р техн. наук Ю. Н. Логинов

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ПЛОСКОГО ПРОКАТА ИЗ СПЛАВА В95ОЧ

В работе выполнен статистический анализ прочностных свойств алюминиевого проката из сплава В95Оч. Построены функциональные зависимости механических свойств в зависимости от толщины проката. Вычислены основные статистические параметры. Зафиксирован характер изменения анизотропии механических свойств алюминиевого проката.

Ключевые слова: статистический анализ, механические свойства, плоская прокатка, алюминиевый сплав, горячая прокатка, высокопрочный сплав.

I. V. Snegiriov

THE STATISTICAL ANALYSIS OF STRENGTH PROPERTIES OF FLAT- ROLLED PRODUCTS FROM V95OCH ALLOY

In work the statistical analysis of strength properties of rolled aluminum from V95och alloy is made. Functional dependences of mechanical properties depending on rolled thickness are constructed. The basic statistical parameters are calculated. The nature of change of anisotropy of mechanical properties of rolled aluminum is recorded.

Keywords: statistical analysis, mechanical properties, flat rolling, aluminum alloy, hot rolling, high-strength alloy.

Сплавы системы Al–Zn–Mg–Cu являются высокопрочными и нашли широкое применение в авиационной промышленности. Развитие данной группы сплавов шло по пути совершенствования химического состава и повышения чистоты по примесям [1]. С целью повышения стойкости к образованию трещин, для сплавов системы Al–Zn–Mg–Cu уделяется особое внимание к содержанию кремния и железа. Так появились сплавы повышенной (пч) и особой чистоты (оч).

Целью данной работы являлась оценка влияния технологических параметров на формирование прочностных свойств алюминиевого проката из сплава В95Оч с применением методов статистического анализа.

Анализу подвергались данные механических свойств алюминиевого проката, полученного в условиях ОАО КУМЗ. Прокатка осуществлялась на стане горячей прокатки Кварто-2840. Изучался массив данных объемом 2403 значений.

Решающим фактором, влияющим на свойства проката, является окончательная термообработка, которая соответствует состоянию поставки. В данном случае изучалась продукция в состоянии поставки Т2 (закалка и искусственное старение, по смягчающему режиму) [1], так как данных по этому состоянию поставки больше всего. На каждый сортament проката существует своя нормативная документация, обычно это ОСТ и ТУ. Для термообработки плит и листов на твёрдый раствор используется горизонтально-закалочный агрегат.

Согласно ОСТ и ТУ из каждой партии продукции отбирали образцы на механические испытания. Направление вырезки образцов трех видов: поперечное по толщине (ПТ), поперечное по ширине (ПШ) и продольное (ПД). Алгоритм измерений более подробно изложен в статье [2].

Вначале исследованию подвергалась полная выборка прочностных свойств проката по толщине в трех ортогональных друг к другу направлениях. Построен график функциональной зависимости, с линией тренда, полиномиальным уравнением и коэффициентом достоверности аппроксимации для каждой выборки (рис. 1).

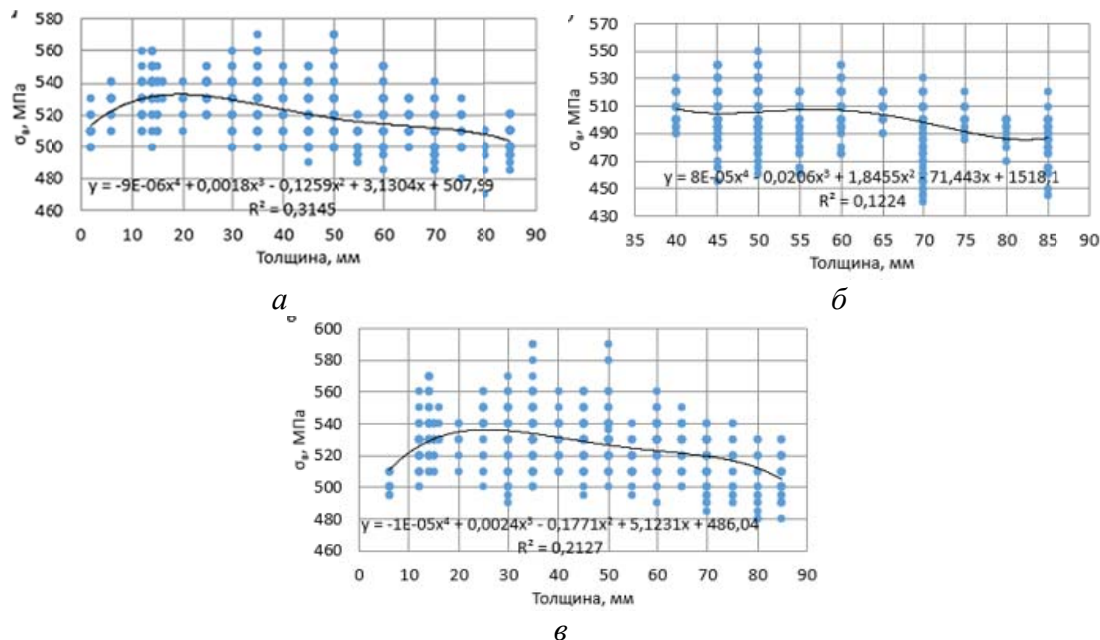


Рис. 1. Временное сопротивление разрыву в зависимости от толщины проката, направление вырезки образцов – поперечное по ширине (*а*), поперечное по толщине (*б*), продольное (*в*)

Как видно из графиков, выборки характеризуются большим расcеевом данных. Коэффициент достоверности аппроксимации для

полиномиального уравнения говорит об очень слабой связи, между толщиной и временным сопротивлением разрыву. Но тем не менее, наблюдается упрочнение проката с ростом деформации, что можно объяснить лучшей проработкой проката по толщине. При прокатке на толщину менее 10 мм, наблюдается заметное уменьшение прочностных свойств, что связано с особенностями технологии производства листов и лент толщиной менее 6 мм, для этого используется метод холодной прокатки.

Для каждой выборки построили частотные гистограммы распределения временного сопротивления (рис. 2).

Как видно из графиков, нормальный характер распределения выполняется для всех измерений с некоторой асимметрией максимумов. Это говорит о стохастическом характере зависимостей.

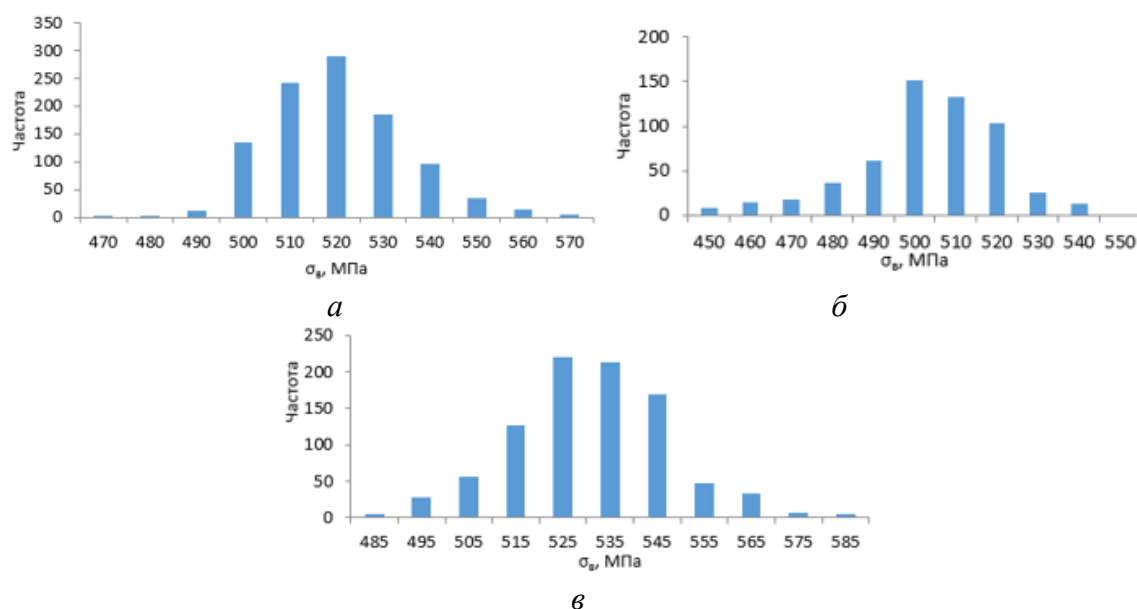


Рис. 2. Частотные гистограммы временного сопротивления разрыву, направление вырезки образцов: поперечное по ширине (а), поперечное по толщине (б), продольное (в)

Следует отметить, что горячая прокатка алюминиевых сплавов сопровождается большим количеством явлений, связанных с изменением структуры и текстуры заготовки [3]. Поэтому результат прокатки не очевиден, можно получить прокат с полностью рекристаллизованной структурой, частично рекристаллизованной, нерекристаллизованной, и даже со слоистым строением структуры [4]. Такое видоизменение часто связано с различным скоростным режимом прокатки [5]. В свою очередь, наличие той или иной структуры влияет и на сам процесс прокатки, обуславливая ее энергосиловые параметры [6].

Следующим шагом было разделение прочностных свойств проката по толщине и вычисление основных статистических параметров для каждой выборки.

Выявлена анизотропия прочностных свойств алюминиевых плит. Наибольшие прочностные свойства зафиксированы у образцов, вырезанных вдоль направления прокатки, чуть меньше (на 1...2 %) свойства образцов вырезанных поперек направления прокатки по ширине, наименьшими прочностными свойствами (меньше на 4...6 %) обладают образцы, вырезанные поперек направления прокатки по толщине. Наибольшей изотропией прочностных свойств обладают плиты толщиной от 11 до 25 мм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Высокопрочные Al–Zn–Mg–Cu сплавы и легкие Al–Li сплавы / В. В. Антипов [и др.] // МиТОМ. 2011. № 9. С. 27 – 33.
2. Логинов Ю. Н. Статистический анализ механических свойств плоского проката из алюминиевого сплава системы Al–Cu–Mg–Fe–Ni / Ю. Н. Логинов, М. А. Головнин, И. В. Снегирев // Технология легких сплавов. 2017. № 1. С. 29–34.
3. Логинов Ю. Н. Модель описания деформации алюминиевых сплавов при их горячей прокатке с учетом рекристаллизационных процессов / Ю. Н. Логинов, М. Л. Лобанов, М. А. Головнин // Заготовительные производства в машиностроении. 2016. № 9. С. 32–36.
4. Взаимосвязь кристаллографических ориентировок зерен при горячей деформации и рекристаллизации в алюминиевом сплаве АМг6 / Г. М. Русаков [и др.] // МиТОМ. 2014. № 12 (714). С. 15–21.
5. Логинов Ю. Н. Исследование скоростного режима прокатки сляба из алюминиевого сплава с использованием МКЭ / Ю. Н. Логинов, М. Ю. Середкина // Технология легких сплавов. 2015. № 3. С. 121–126.
6. Логинов Ю. Н. Анализ энергозатрат при горячей прокатке листовых полуфабрикатов из алюминия / Ю. Н. Логинов // Производство проката. 2005. № 4. С. 19–24.